共通テスト対策講座 化学

みなさん，こんにちは。

この講座は，共通テストのプレテストを利用して，共通テストの対策をします。

プレテストを見るとわかる通り，一部の問題は問題文が長いものや，きちんと理解しているかどうかを問われるものになることです。

しかし，焦ることはありません。

どのように対策していけば良いかを，動画の中で確認していきますので，しっかり対策していきましょう。

坂田　薫

目　次

第１講　2018 年度 試行調査 第１問＆演習問題 ……………………… p2
第２講　2018 年度 試行調査 第２問＆演習問題 ……………………… p14
第３講　2018 年度 試行調査 第３問＆演習問題 ……………………… p22
第４講　2018 年度 試行調査 第４問＆演習問題 ……………………… p32
第５講　2018 年度 試行調査 第５問＆演習問題 ……………………… p42
第６講　高分子化合物に関する問題＆演習問題 ……………………… p50

はじめに　受講の仕方・予習復習の仕方

　単元を学ぶ講座ではなく，共通テスト対策の講座なので，その単元を一度学んでいることが前提になります。

　予習で解いて，抜けている単元については，通年講座の化学の講座をみて，確認しておきましょう。

　また，復習は，マーク式の問題集やセンター・私大の過去問を使って，その単元の問題を解いておきましょう。

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第 1 問 改題　次の文章（A～C）を読み，問い（**問 1～7**）に答えよ。
〔解答番号 1 ～ 9 〕（配点　26）

A　カセットコンロ用のガスボンベ（カセットボンベ）は，**図 1** のような構造をしており，アルカン **X** が燃料として加圧，封入されている。気体になった燃料は L 字に曲げられた管を通して，吹き出し口から噴出するようになっている。

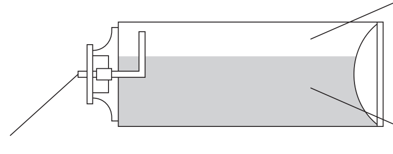


図 1

表 1 に，5 種類のアルカン（**ア～オ**）の分子量と性質を示す。ただし，燃焼エンタルピーは生成する H_2O が液体である場合の数値である。

表 1　アルカンの分子量と性質

アルカン	分子量	1.013×10^5 Pa における沸点〔℃〕	燃焼エンタルピー〔kJ/mol〕	20℃における蒸気圧〔Pa〕
ア	16	− 161	− 891	2.4×10^7
イ	30	− 89	− 1561	3.5×10^6
ウ	44	− 36	− 2219	8.3×10^5
エ	58	− 0.5	− 2878	2.1×10^5
オ	72	36	− 3536	5.7×10^4

問１　カセットボンベの燃料としては，次の条件（**a**・**b**）を満たすことが望ましい。

a　20℃，1.013×10^5 Pa 付近において気体であり，加圧により液体になりやすい。

b　容器の変形や破裂を防ぐため，蒸気圧が低い。

ア～**オ**のうち，常温・常圧でカセットボンベを使用するとき，燃料として最も適当なアルカン X はどれか。次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 1 ］

①　ア　　②　イ　　③　ウ　　④　エ　　⑤　オ

問２　前問で選んだアルカン X の生成エンタルピーは何 kJ/mol になるか。次の反応エンタルピーを付した反応式を用いて求めよ。

$$C(黒鉛) + O_2(気) \longrightarrow CO_2(気) \quad \Delta H = -394\ \mathrm{kJ}$$
$$H_2(気) + \frac{1}{2}O_2(気) \longrightarrow H_2O(液) \quad \Delta H = -286\ \mathrm{kJ}$$

X の生成エンタルピーの値を有効数字２桁で次の形式で表すとき，

［ 2 ］～［ 4 ］に当てはまる数字を，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

$-$［ 2 ］.［ 3 ］$\times 10^{［ 4 ］}$ kJ/mol

①　1　　②　2　　③　3　　④　4　　⑤　5
⑥　6　　⑦　7　　⑧　8　　⑨　9　　⓪　0

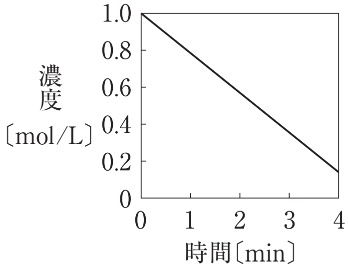
B　分子 A が分子 B に変化する反応があり，その化学反応式は A ⟶ B で表される。1.00mol/L の A の溶液に触媒を加えて，この反応を開始させ，1 分ごとの A の濃度を測定したところ，**表 2** に示す結果が得られた。ただし，測定中は温度が一定で，B 以外の生成物はなかったものとする。

表 2　A の濃度と反応速度の時間変化

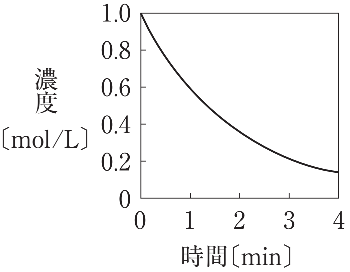
<table>
<tr><td>時間〔min〕</td><td colspan="2">0</td><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td colspan="2">4</td></tr>
<tr><td>A の濃度
〔mol/L〕</td><td colspan="2">1.00</td><td colspan="2">0.60</td><td colspan="2">0.36</td><td colspan="2">0.22</td><td colspan="2">0.14</td></tr>
<tr><td>A の平均濃度
$\overline{c}$〔mol/L〕</td><td rowspan="2"></td><td colspan="2">0.80</td><td colspan="2">[　　]</td><td colspan="2">0.29</td><td colspan="2">[　　]</td><td rowspan="2"></td></tr>
<tr><td>平均の反応速度
$\overline{v}$〔mol/(L·min)〕</td><td colspan="2">[　　]</td><td colspan="2">0.24</td><td colspan="2">0.14</td><td colspan="2">0.08</td></tr>
</table>

問 3　B の濃度は時間の経過とともにどのように変わるか。B の濃度変化のグラフとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **5**

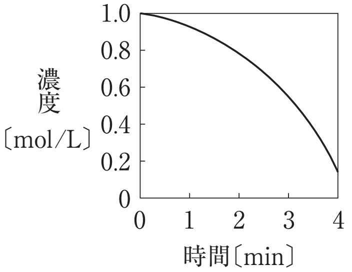
①



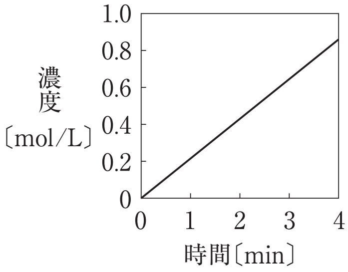
②



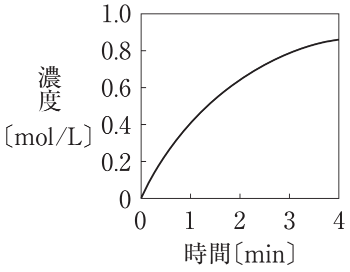
③



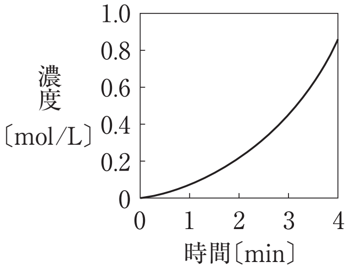
④



⑤



⑥

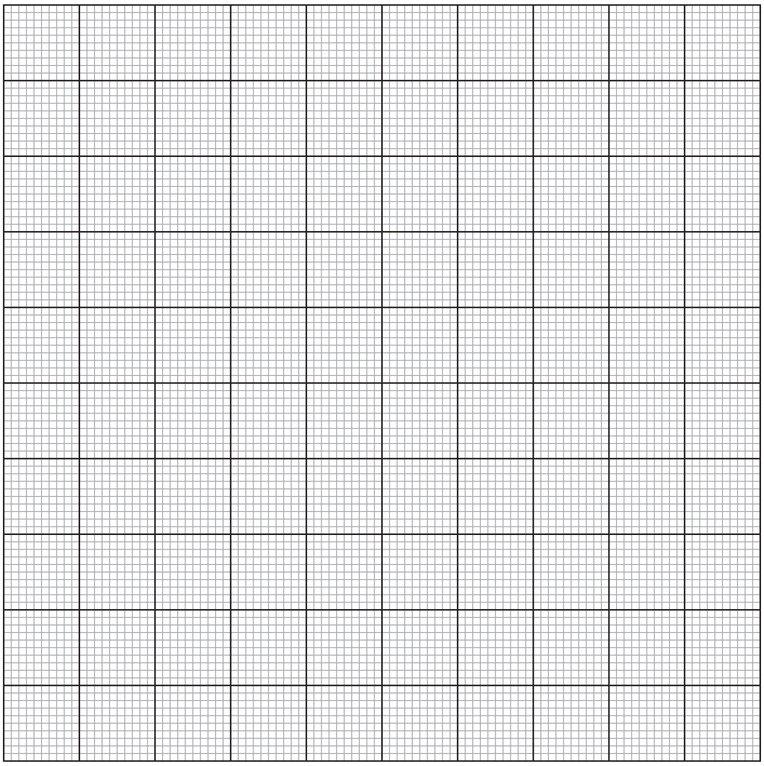


問４　表２の空欄［　　］を補うと，平均濃度 $\overline{c}$ と平均の反応速度 $\overline{v}$ の間には，次の式で表される関係があることがわかった。

$\overline{v} = k\overline{c}$

ここで，k は反応速度定数（速度定数）である。この温度での k の値として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。なお，必要があれば，下の方眼紙を使うこと。 **6** /min

① 0.008　② 0.03　③ 0.08　④ 0.3
⑤ 0.5　⑥ 2



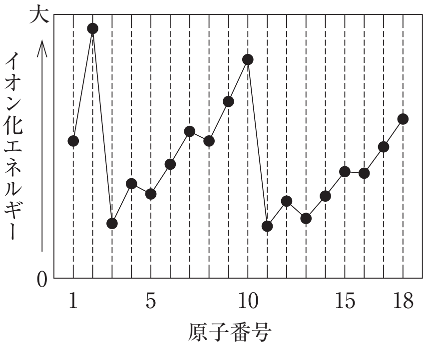
C　次の問いに答えよ。

問 5　互いに同位体である原子どうしで**異なるもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 7

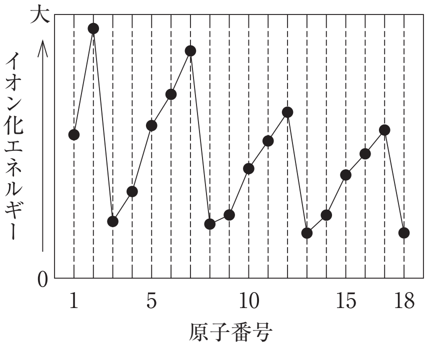
① 原子番号　② 陽子の数　③ 中性子の数
④ 電子の数　⑤ 価電子の数

問６　原子のイオン化エネルギー（第一イオン化エネルギー）が原子番号とともに変化する様子を示す図として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **8**

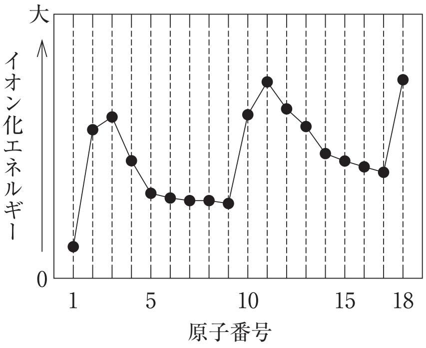
①



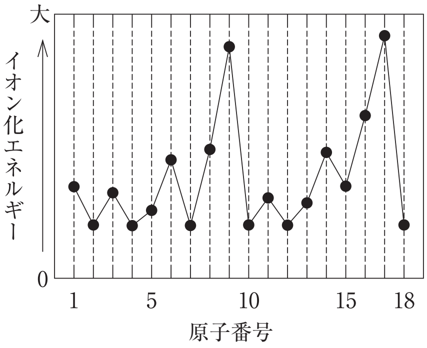
②



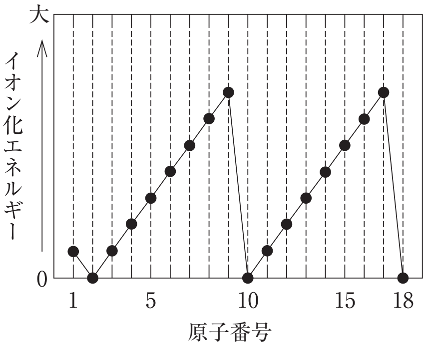
③



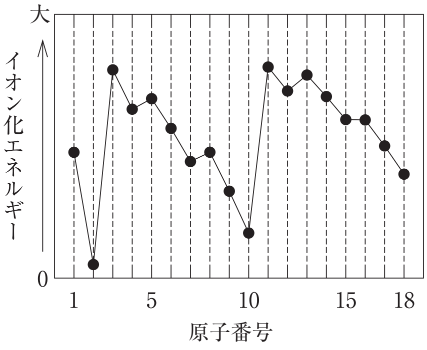
④



⑤



⑥



問７　**図２**に示すように，0.3 mol/L の硫酸銅(Ⅱ)$CuSO_4$ 水溶液を入れた容器の中で，２枚の銅板を電極とし，起電力 1.5V の乾電池を用いて一定の電流 I〔A〕を時間 t〔秒〕流したところ，一方の電極上に銅が m〔g〕析出した。この実験に関する記述として**誤りを含むもの**を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。 9

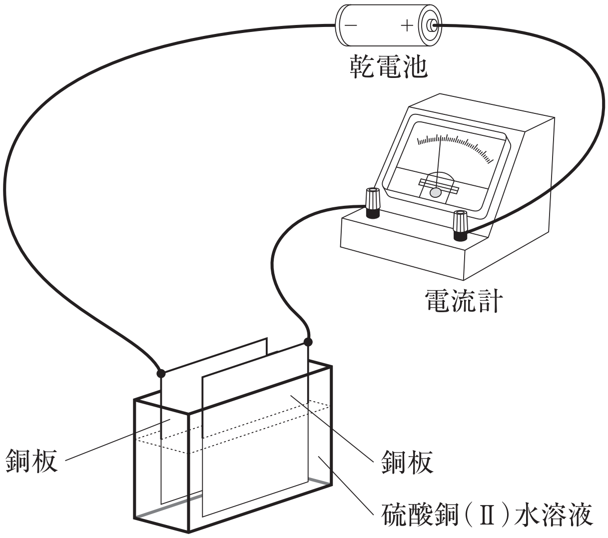


図２

① 電流を流す時間を $2t$〔秒〕にすると，析出する銅の質量は $2m$〔g〕になる。

② 電流を $2I$〔A〕にすると，時間 t〔秒〕の間に析出する銅の質量は $2m$〔g〕になる。

③ 陰極では $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$ の反応によって銅が析出する。

④ 陽極では H_2O が還元されて H_2 が発生する。

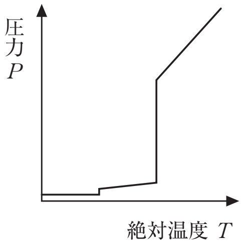
⑤ 実験の前後で溶液中の $SO_4{}^{2-}$ の物質量は変化しない。

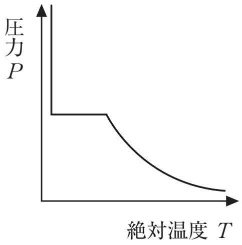
< Note >

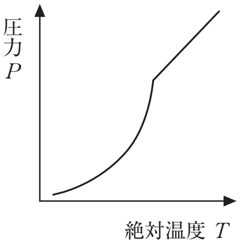
■ 演習問題

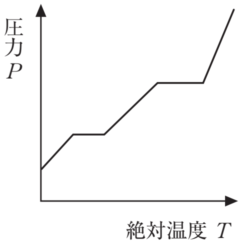
1　次の問いに答えよ。

問 1　容積一定の容器の中で実在気体を冷却したときの状態変化における，絶対温度と圧力の関係を示したグラフとして，最も適切なものを①〜④から一つ選びなさい。 [1]

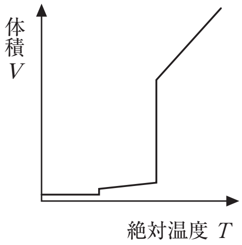
①


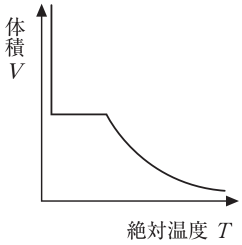
②


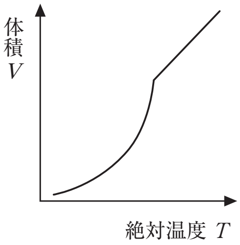
③


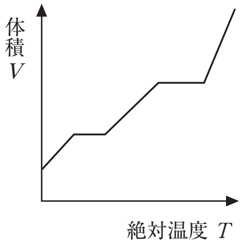
④


問 2　一定圧力のもとで，ある物質量の実在気体を冷却したときの状態変化における，絶対温度と体積の関係を示したグラフとして，最も適切なものを①〜④から一つ選びなさい。 [2]

①


②


③


④


< Note >

第 1 講　2018年度 試行調査 第1問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第 1 問（26）	A	1	1	4	4
		2	2	1	4 *1
			3	3	
			4	2	
	B	3	5	5	4
		4	6	5	4
	C	5	7	3	3
		6	8	1	3
		7	9	4	4

（注）

＊1は，**第 1 問**の解答番号 1 で 4 を解答し，かつ，全部正解の場合に点を与える。ただし，**第 1 問**の解答番号 1 の解答に応じ，解答番号 2 ～ 4 を以下のいずれかの組合せで解答した場合も点を与える。

・解答番号 1 で 1 を解答し，かつ，解答番号 2 で 7，解答番号 3 で 5，解答番号 4 で 1 を解答した場合

・解答番号 1 で 2 を解答し，かつ，解答番号 2 で 8，解答番号 3 で 5，解答番号 4 で 1 を解答した場合

・解答番号 1 で 3 を解答し，かつ，解答番号 2 で 1，解答番号 3 で 1，解答番号 4 で 2 を解答した場合

・解答番号 1 で 5 を解答し，かつ，解答番号 2 で 1，解答番号 3 で 5，解答番号 4 で 2 を解答した場合

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
[1]	**問 1**	1	3
	問 2	2	1

＜ Note ＞

第２講　2018年度 試行調査 第2問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第２問　次の文章（A・B）を読み，問い（**問１〜6**）に答えよ。
〔**解答番号** [1] 〜 [7]〕（配点　20）

A　二硫化炭素 CS_2 を空気中で燃焼させると，式(1)のように反応した。

$$CS_2 + 3O_2 \longrightarrow \boxed{\text{ア}} + 2\boxed{\text{イ}} \qquad (1)$$

この生成物**イ**は，(a)亜硫酸ナトリウムと希硫酸との反応でも生成する。
　また，CS_2 を水とともに150℃以上に加熱すると，式(2)の反応が起こる。

$$CS_2 + 2H_2O \longrightarrow CO_2 + 2H_2S \qquad (2)$$

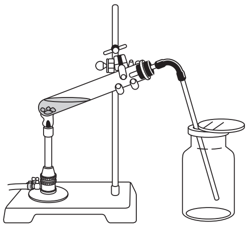
式(2)の反応では，各原子の酸化数が変化しないので，これは酸化還元反応ではない。

問１　式(1)の [ア]，[イ] に当てはまる化学式として最も適当なものを，次の①〜⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。**ア** [1]　**イ** [2]

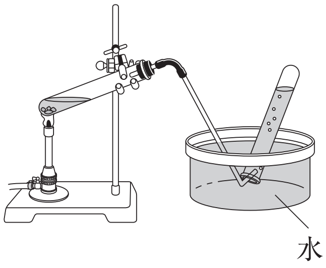
① C　② CO　③ CO_2
④ S　⑤ SO_2　⑥ SO_3

問２　下線部(a)の反応で，**イ**を発生させて捕集するための装置として最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 **3**

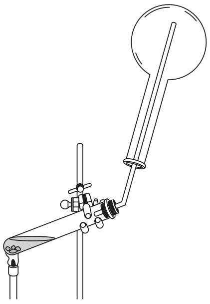
①



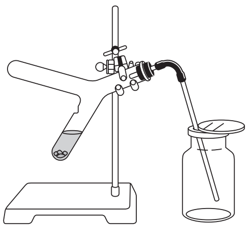
②



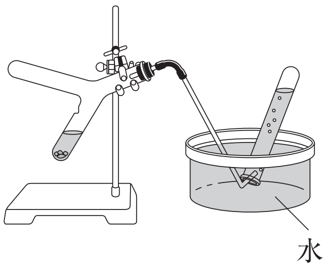
③



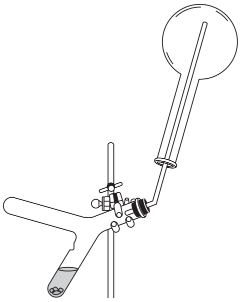
④



⑤



⑥



問３　式(2)の反応と同様に，**酸化還元反応でないもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。 **4**

① $2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2$

② $CaO + H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2$

③ $3NO_2 + H_2O \longrightarrow 2HNO_3 + NO$

④ $CO + H_2O \longrightarrow H_2 + CO_2$

B　ハロゲン化銀のうち，AgF は水に溶け，AgI はほとんど水に溶けないということに興味をもった生徒が図書館で資料を調べたところ，次のことがわかった。

一般に，(b)イオン半径は，原子核の正電荷の大きさと電子の数に依存する。また，イオン半径が大きなイオンでは，原子核から遠い位置にも電子があるので，反対の電荷をもつイオンと結合するとき電荷の偏りが起こりやすい。このような電荷の偏りの起こりやすさでイオンを分類すると，**表１**のようになる。

表１　イオンにおける電荷の偏りの起こりやすさ

	偏りが起こりにくい	中間	偏りが起こりやすい
陽イオン	Mg^{2+}，Al^{3+}，Ca^{2+}	Fe^{2+}，Cu^{2+}	Ag^{+}
陰イオン	OH^{-}，F^{-}，SO_4^{2-}，O^{2-}	Br^{-}	S^{2-}，I^{-}

イオンどうしの結合は，陽イオンと陰イオンの間にはたらく強い [ウ] に加えて，この電荷の偏りの効果によっても強くなる。経験則として，陽イオンと陰イオンは，電荷の偏りの起こりやすいイオンどうし，もしくは起こりにくいイオンどうしだと強く結合する傾向がある。そのため，水和などの影響が小さい場合，(c)化合物を構成するイオンの電荷の偏りの起こりやすさが同程度であるほど，その化合物は水に溶けにくくなる。たとえば Ag^{+} は電荷の偏りが起こりやすいので，電荷の偏りが起こりやすい I^{-} とは水に溶けにくい化合物 AgI をつくり，偏りの起こりにくい F^{-} とは水に溶けやすい化合物 AgF をつくる。

このような電荷の偏りの起こりやすさにもとづく考え方で，化学におけるさまざまな現象を説明することができる。ただし，他の要因のために説明できない場合もあるので注意が必要である。

問４　下線部(b)に関連して，同じ電子配置であるイオンのうち，イオン半径の最も大きなものを，次の①～④のうちから一つ選べ。［5］

① O^{2-}　② F^{-}　③ Mg^{2+}　④ Al^{3+}

問５　［ウ］　に当てはまる語として最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［6］

① ファンデルワールス力　② 電子親和力
③ 水素結合　④ 静電気力（クーロン力）
⑤ 金属結合

問６　溶解性に関する事実を述べた記述のうち，下線部(c)のような考え方では**説明することができないもの**を，次の①～④のうちから一つ選べ。［7］

① フッ化マグネシウムとフッ化カルシウムは，ともに水に溶けにくい。
② Al^{3+}を含む酸性水溶液に硫化水素を通じた後に塩基性にしていくと，水酸化アルミニウムの沈殿が生成する。
③ ヨウ化銀と同様に硫化銀は水に溶けにくい。
④ 硫酸銅（Ⅱ）と硫酸マグネシウムは，ともに水によく溶ける。

■ 演習問題

1　次の文章中の空欄 [1] ～ [3] に当てはまる最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

Ca^{2+}，Fe^{2+}，Cu^{2+}，Ag^{+}の各イオンをそれぞれ含む 4 種類の水溶液がある。これらの水溶液に酸性条件で硫化水素を通じた場合，沈殿が生じるのは [1] の水溶液である。また，塩基性条件で硫化水素を通じた場合，一部の溶液で酸性条件と異なる挙動を示し，[2]。この挙動の違いの直接的な原因は，水溶液を塩基性にすることで [3] である。

[1] の選択肢

① Fe^{2+}と Cu^{2+}

② Fe^{2+}と Ag^{+}

③ Cu^{2+}と Ag^{+}

④ Fe^{2+}と Cu^{2+}と Ag^{+}

⑤ Ca^{2+}と Fe^{2+}と Cu^{2+}

[2] の選択肢

① Fe^{2+}の水溶液から沈殿が生じる

② Fe^{2+}の水溶液から沈殿が生じない

③ Cu^{2+}の水溶液から沈殿が生じる

④ Cu^{2+}の水溶液から沈殿が生じない

⑤ Ag^{+}の水溶液から沈殿が生じる

[3] の選択肢

① H^{+}濃度が増加するから

② OH^{-}濃度が増加するから

③ H_2S 濃度が増加するから

④ HS^{-}濃度が増加するから

⑤ S^{2-}濃度が増加するから

＜ Note ＞

第２講 2018年度 試行調査 第2問＆演習問題 解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問		解答番号	正解	配点
第２問（20）	A	1	1	3	2
			2	5	2
		2	3	4	3
		3	4	2	3
	B	4	5	1	3
		5	6	4	3
		6	7	4	4

■ 演習問題

問題番号	解答番号	正解
1	1	3
	2	1
	3	5

＜ Note ＞

第３講　2018年度 試行調査 第3問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第３問　次の文章（A・B）を読み，問い（**問１〜6**）に答えよ。
〔**解答番号** [1] 〜 [7] 〕（配点　20）

A　20 世紀後半ごろからエネルギー源の主役が石炭から石油にかわった。それに伴って有機化学工業の原料も，石炭由来の化合物 A から，石油由来の化合物 B やプロペン（プロピレン）にかわっていった。たとえば，アセトアルデヒドは，以前は式(1)の反応で，触媒の存在下で A に水を付加してつくられていた。

$$\boxed{\ A\ } + H_2O \longrightarrow CH_3CHO \qquad (1)$$

現在は式(2)の反応で，触媒の存在下で B を酸化してつくられている。

$$2\boxed{\ B\ } + O_2 \longrightarrow 2CH_3CHO \qquad (2)$$

式(2)の反応で用いる触媒と同じ触媒を使った式(3)で示すプロペンの酸化反応では，主に化合物 C が生成し，アルデヒド D はほとんど生成しない。

$$2CH_2{=}CH{-}CH_3 + O_2 \longrightarrow 2\boxed{\ C\ } \qquad (3)$$

C と D は互いに構造異性体の関係にあり，どちらもカルボニル基 $>C=O$ をもっている。

有機化合物を合成するときの炭素源を，石油から天然ガスにかえる動きもある。天然ガスに含まれるメタン CH_4 や，天然ガスからつくられる合成ガスに含まれる一酸化炭素 CO のような，炭素数１の化合物を原料にした有機工業化学を C１(シーワン) 化学という。たとえば，触媒の存在下で CO と水素 H_2 を反応させると化合物 E ができる。さらに E を触媒の存在下で CO と反応させると式(4)のように化合物 F が生成する。 F は，アセトアルデヒドの酸化によっても生成する。

$$\boxed{\text{E}} + \text{CO} \longrightarrow \boxed{\text{F}} \qquad (4)$$

問１　A と B に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。
1

① 炭素原子間の距離は， A より B のほうが短い。
② A を臭素水に吹き込むと，臭素の色が消える。
③ A を構成する原子は，すべて同一直線上にある。
④ B は常温・常圧で気体である。
⑤ B は付加重合によって，高分子化合物になる。

問２　C と D に関する記述として**誤りを含むもの**を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。
2

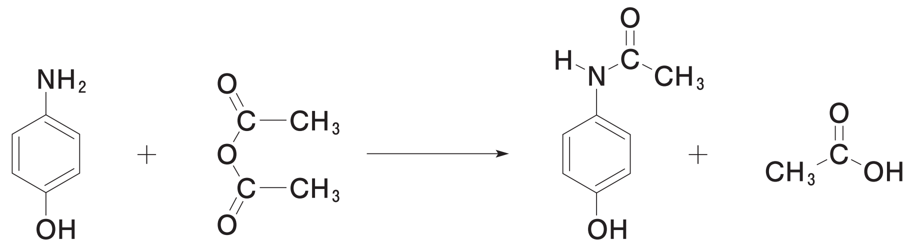
① C はヨードホルム反応を示す。
② 酢酸カルシウムを乾留（熱分解）すると C が生成する。
③ クメン法ではフェノールとともに C が生成する。
④ D はフェーリング液を還元する。
⑤ 硫酸酸性の二クロム酸カリウム水溶液で 2-プロパノールを酸化すると D が生成する。

問３　EとFに当てはまる化学式として最も適当なものを，次の①～⑥のうちからそれぞれ一つずつ選べ。 E [3]　F [4]

① CH_3OH　② C_2H_5OH　③ HCOOH

④ CH_3COOH　⑤ C_2H_5COOH　⑥ $HCOOCH_3$

B　学校の授業でアニリンと無水酢酸からアセトアニリドをつくった生徒が，この反応を応用すれば，*p*- アミノフェノールと無水酢酸からかぜ薬の成分であるアセトアミノフェンが合成できるのではないかと考え，理科課題研究のテーマとした。



p-アミノフェノール 分子量 109　　無水酢酸 分子量 102　　アセトアミノフェン 分子量 151　　酢酸 分子量 60

以下は，この生徒の研究の経過である。

> *p*- アミノフェノールの性質を調べたところ，次のことがわかった。
>
> ・塩酸に溶ける。
>
> ・塩化鉄（Ⅲ）水溶液，さらし粉水溶液のいずれでも呈色する。
>
> そこで，*p*- アミノフェノール 2.18 g に無水酢酸 5.00 g を加え，加熱後室温に戻したところ，白色固体 X が得られた。(a)<u>X は塩酸に不溶であったが，呈色反応を調べたところ，アセトアミノフェンではないと気づいた</u>。
>
> 文献を調べると，水を加えて反応させるとよい，との情報が得られた。
>
> そこで，*p*- アミノフェノール 2.18 g に水 20 mL と無水酢酸 5.00 g を加えて加熱後室温に戻したところ，塩酸に不溶の白色固体 Y が得られた。(b)<u>Y の呈色反応の結果から，今度はアセトアミノフェンが得られたと考えた</u>。融点を測定すると，文献の値より少し低かった。これは Y が不純物を含むためだと考え，Y を精製することにした。(c)<u>Y に水を加えて加熱して完全に溶かし，ゆっくりと室温に戻して析出した固体をろ過，乾燥した</u>。得られた固体 Z は 1.51 g であった。Z の融点は文献の値と一致した。以上のことから，Z は純粋なアセトアミノフェンであると結論づけた。

問４　下線部(a)と下線部(b)に関連して，この生徒はどのような呈色反応を観察したか。その観察結果の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，選択肢中の○は呈色したことを，×は呈色しなかったことを表す。 5

	固体Ｘの呈色反応		固体Ｙの呈色反応	
	塩化鉄（Ⅲ）	さらし粉	塩化鉄（Ⅲ）	さらし粉
①	○	×	×	×
②	○	×	×	○
③	×	○	×	×
④	×	○	○	×
⑤	×	×	○	×
⑥	×	×	×	○

問５　化学反応では，反応物がすべて目的の生成物になるとは限らない。反応物の物質量と反応式から計算して求めた生成物の物質量に対する，実際に得られた生成物の物質量の割合を収率といい，ここでは次の式で求められる。

$$\text{収率〔\%〕} = \frac{\text{実際に得られたアセトアミノフェンの物質量〔mol〕}}{\text{反応式から計算して求めたアセトアミノフェンの物質量〔mol〕}} \times 100$$

この実験で得られた純粋なアセトアミノフェンの収率は何％か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 6 ％

①　34　　②　41　　③　50　　④　69　　⑤　72

問６ 下線部(c)の操作の名称と，固体 **Z** に比べて固体 **Y** の融点が低かったことに関連する語の組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。

| 7 |

	操作の名称	関連する語
①	凝析	過冷却
②	凝析	凝固点降下
③	抽出	過冷却
④	抽出	凝固点降下
⑤	再結晶	過冷却
⑥	再結晶	凝固点降下

■ 演習問題

1　次の文章中の空欄 [1] ～ [3] に当てはまる最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

トルエンを濃硫酸と加熱したのち，その溶液を水酸化ナトリウムで中和する。生成する化合物のアルカリ融解を行い，反応終了後に溶液を酸性にすると [1] が生成する。また，トルエンに濃硫酸と濃硝酸の混合物を加えて反応させると，おもに [2] が生成する。ニッケルを触媒として，高温で [2] を水素と反応させると生成する化合物は [3] によく溶ける。

[1] の選択肢

① *p*- クレゾール
② フェノール
③ 安息香酸
④ *p*- トルエンスルホン酸
⑤ ベンジルアルコール

[2] の選択肢

① *o*- トルエンスルホン酸と *p*- トルエンスルホン酸
② *o*- トルエンスルホン酸と *m*- トルエンスルホン酸
③ *o*- ニトロトルエンと *p*- トルエンスルホン酸
④ *o*- ニトロトルエンと *p*- ニトロトルエン
⑤ *o*- ニトロトルエンと *m*- ニトロトルエン

[3] の選択肢

① 炭酸ナトリウム水溶液
② 炭酸水
③ 水
④ 希塩酸
⑤ 水酸化ナトリウム水溶液

< Note >

第３講　2018年度 試行調査 第3問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号(配点)	設問		解答番号	正解	配点
第３問 (20)	A	1	1	1	3
		2	2	5	3
		3	3	1	2
			4	4	2
	B	4	5	5	4
		5	6	3	3
		6	7	6	3

■ 演習問題

問題番号	解答番号	正解
1	1	1
	2	4
	3	4

< Note >

第４講　2018年度 試行調査 第4問＆演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。
$\sqrt{480} = 21.9$

第４問　次の文章を読み，問い（**問１～4**）に答えよ。
〔**解答番号**　1　～　6　〕（配点　19）

私たちが暮らす地球の大気には二酸化炭素 CO_2 が含まれている。(a) CO_2 が水に溶けると，その一部が炭酸 H_2CO_3 になる。

$$CO_2 + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3$$

このとき, H_2CO_3，炭酸水素イオン HCO_3^-，炭酸イオン CO_3^{2-} の間に式(1)，(2)のような電離平衡が成り立っている。ここで，式(1)，(2)における電離定数をそれぞれ K_1, K_2 とする。

$$H_2CO_3 \rightleftarrows H^+ + HCO_3^- \qquad (1)$$

$$HCO_3^- \rightleftarrows H^+ + CO_3^{2-} \qquad (2)$$

式(1)，(2)が H^+ を含むことから，水中の H_2CO_3，HCO_3^-，CO_3^{2-} の割合は pH に依存し，pH を変化させると**図１**のようになる。

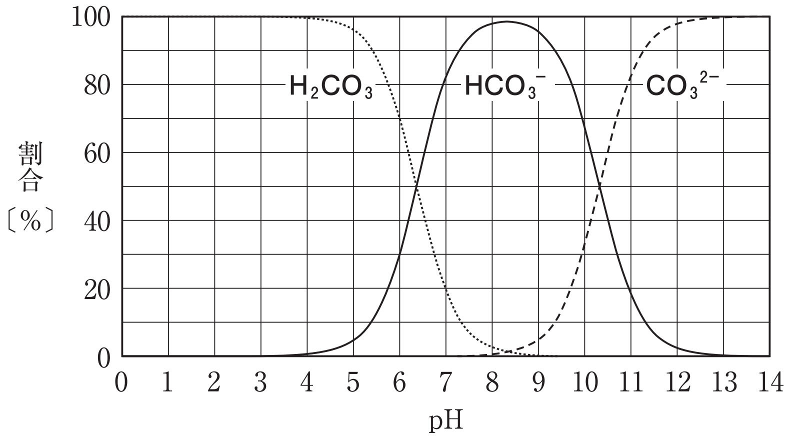


図１

一方，海水は地殻由来の無機塩が溶けているため，弱塩基性を保っている。しかし，産業革命後は，人口の急増や化石燃料の多用で増加した CO_2 の一部が海水に溶けることによって，(b)海水の pH は徐々に低下しつつある。

宇宙に目を向ければ，(c)ある惑星では大気のほとんどが CO_2 で，大気圧はほぼ 600 Pa，表面温度は最高で 20 ℃，最低で −140 ℃に達する。

問１　下線部(a)に関連して，25 ℃，1.0×10^5 Pa の地球の大気と接している水 1.0 L に溶ける CO_2 の物質量は何 mol か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，CO_2 の水への溶解はヘンリーの法則のみに従い，25℃，1.0×10^5 Pa の CO_2 は水 1.0 L に 0.033 mol 溶けるものとする。また，地球の大気は CO_2 を体積で 0.040 %含むものとする。［ 1 ］mol

① 3.3×10^{-2}　② 1.3×10^{-3}　③ 6.5×10^{-4}
④ 1.3×10^{-5}　⑤ 6.5×10^{-6}

問２　式(2)における電離定数 K_2 に関する次の問い（**a**・**b**）に答えよ。

a　電離定数 K_2 を次の式(3)で表すとき，［ 2 ］と［ 3 ］に当てはまる最も適当なものを，下の①～⑤のうちからそれぞれ一つずつ選べ。

$$K_2 = [H^+] \times \frac{\boxed{\ 2\ }}{\boxed{\ 3\ }} \qquad (3)$$

① $[H^+]$　② $[HCO_3^-]$　③ $[CO_3^{2-}]$
④ $[HCO_3^-]^2$　⑤ $[CO_3^{2-}]^2$

b　電離定数の値は数桁にわたるので，K_2 の対数をとって $\mathrm{p}K_2$ $(=-\log_{10}K_2)$ として表すことがある。式(3)を変形した次の式(4)と**図 1** を参考に，$\mathrm{p}K_2$ の値を求めると，およそいくらになるか。最も適当な数値を，下の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 4 ］

$$-\log_{10}K_2 = -\log_{10}[\mathrm{H^+}] - \log_{10}\frac{\boxed{\ 2\ }}{\boxed{\ 3\ }} \qquad (4)$$

①　6.3　　②　7.3　　③　8.3
④　9.3　　⑤　10.3

問 3　下線部(b)に関連して，pH が 8.17 から 8.07 に低下したとき，水素イオン濃度はおよそ何倍になるか。最も適当な数値を，次の①～⑥のうちから一つ選べ。必要があれば常用対数表の一部を抜き出した**表 1** を参考にせよ。たとえば，$\log_{10}2.03$ の値は，**表 1** の 2.0 の行と 3 の列が交わる太枠内の数値 0.307 となる。
［ 5 ］倍

①　0.10　　②　0.75　　③　1.0
④　1.3　　⑤　7.5　　⑥　10

表１　常用対数表（抜粋，小数第４位を四捨五入して小数第３位までを記載）

数	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.0	0.000	0.004	0.009	0.013	0.017	0.021	0.025	0.029	0.033	0.037
1.1	0.041	0.045	0.049	0.053	0.057	0.061	0.064	0.068	0.072	0.076
1.2	0.079	0.083	0.086	0.090	0.093	0.097	0.100	0.104	0.107	0.111
1.3	0.114	0.117	0.121	0.124	0.127	0.130	0.134	0.137	0.140	0.143
1.4	0.146	0.149	0.152	0.155	0.158	0.161	0.164	0.167	0.170	0.173
1.5	0.176	0.179	0.182	0.185	0.188	0.190	0.193	0.196	0.199	0.201
1.6	0.204	0.207	0.210	0.212	0.215	0.217	0.220	0.223	0.225	0.228
1.7	0.230	0.233	0.236	0.238	0.241	0.243	0.246	0.248	0.250	0.253
1.8	0.255	0.258	0.260	0.262	0.265	0.267	0.270	0.272	0.274	0.276
1.9	0.279	0.281	0.283	0.286	0.288	0.290	0.292	0.294	0.297	0.299
2.0	0.301	0.303	0.305	0.307	0.310	0.312	0.314	0.316	0.318	0.320
2.1	0.322	0.324	0.326	0.328	0.330	0.332	0.334	0.336	0.338	0.340
9.6	0.982	0.983	0.983	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.986	0.986
9.7	0.987	0.987	0.988	0.988	0.989	0.989	0.989	0.990	0.990	0.991
9.8	0.991	0.992	0.992	0.993	0.993	0.993	0.994	0.994	0.995	0.995
9.9	0.996	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.999	0.999	1.000

問４　下線部(c)に関連して，なめらかに動くピストン付きの密閉容器に 20 ℃で CO_2 を入れ，圧力 600 Pa に保ち，温度を 20 ℃から−140 ℃まで変化させた。このとき，容器内の CO_2 の温度 t と体積 V の関係を模式的に表した図として最も適当なものを，次ページの①～④のうちから一つ選べ。ただし，温度 t と圧力 p において CO_2 がとりうる状態は**図２**のようになる。なお，**図２**は縦軸が対数で表されている。 **6**

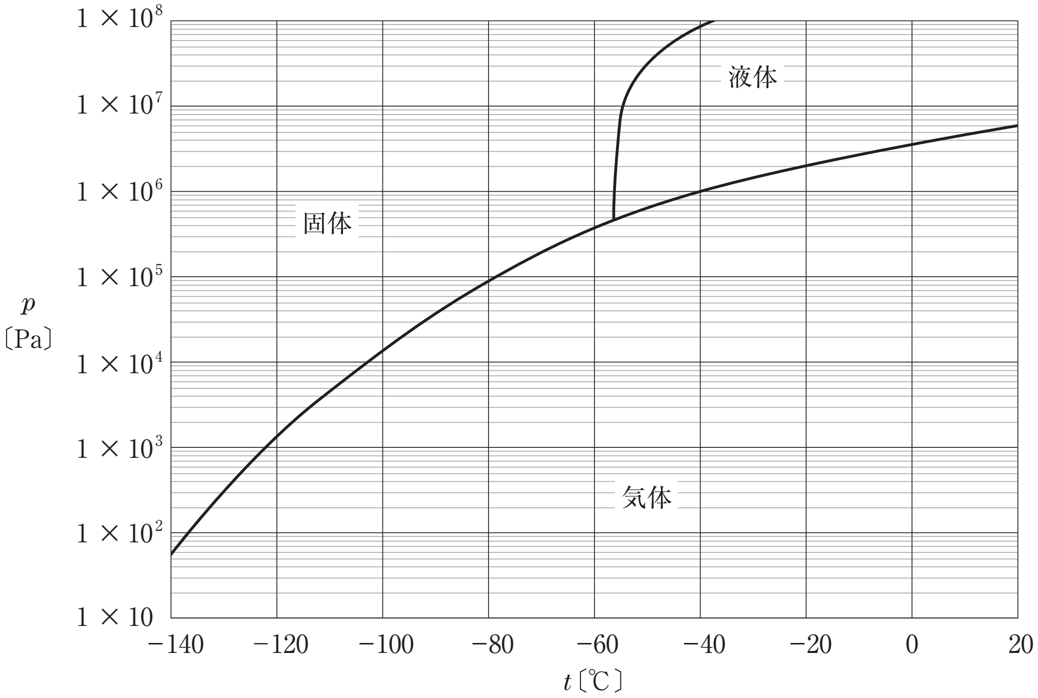
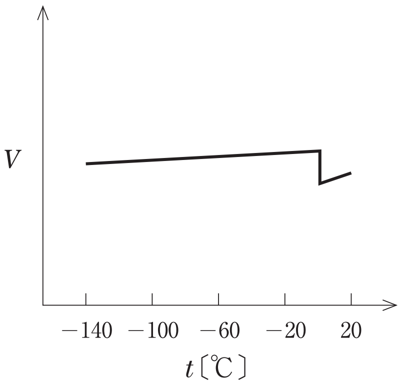
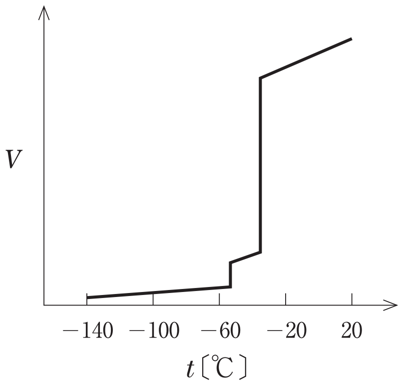


図２

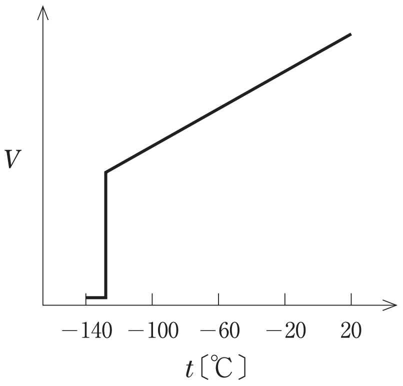
①


V
−140
−100
−60
−20
20
t〔℃〕

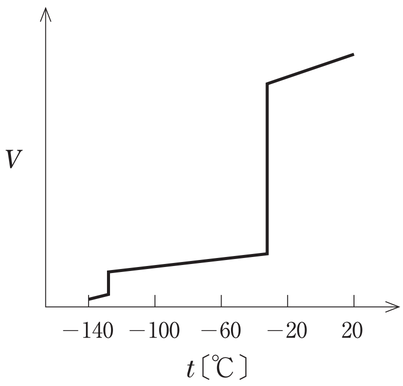
②


V
−140
−100
−60
−20
20
t〔℃〕

③


V
−140
−100
−60
−20
20
t〔℃〕

④


V
−140
−100
−60
−20
20
t〔℃〕

■ 演習問題

1　次の文章中の空欄 [1] ～ [3] に当てはまる最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

ブレンステッドによる酸と塩基の定義では，「酸とは相手に [1] を与える物質であり，塩基とは [1] を受け取る物質である」とされる。ここで酢酸(CH_3COOH)とトリクロロ酢酸(CCl_3COOH)について比較すると，水素原子に比べて塩素原子は [2] ので，トリクロロ酢酸の分子内で電子は塩素原子に引きつけられる傾向があるため，トリクロロ酢酸から [1] が放出されやすくなる。25℃の水溶液では，強酸であるトリクロロ酢酸の電離定数 K_a は 2.0×10^{-1}mol/L，弱酸である酢酸の K_a は 2.7×10^{-5}mol/L であった。それぞれの 1.0×10^{-2}mol/L 水溶液を調製した場合，[1] の濃度は [3] となった。

[1] の選択肢

① e^-
② H^+
③ H_2
④ OH^-
⑤ O_2

[2] の選択肢

① 原子半径が大きい
② 電気陰性度が大きい
③ 電子親和力が小さい
④ 電子数が多い
⑤ 陽子数が少ない

[3] の選択肢

① トリクロロ酢酸で 3.1×10^{-3}mol/L，酢酸で 1.9×10^{-4}mol/L
② トリクロロ酢酸で 3.1×10^{-3}mol/L，酢酸で 5.1×10^{-4}mol/L
③ トリクロロ酢酸で 2.0×10^{-3}mol/L，酢酸で 2.7×10^{-7}mol/L
④ トリクロロ酢酸で 9.5×10^{-3}mol/L，酢酸で 5.1×10^{-4}mol/L
⑤ トリクロロ酢酸で 9.5×10^{-3}mol/L，酢酸で 1.9×10^{-4}mol/L

＜ Note ＞

第４講　2018年度 試行調査 第4問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第４問（19）	1	1	4	4
	2	2	3	3＊2
		3	2	
		4	5	4
	3	5	4	4
	4	6	3	4

（注）
＊2は，両方正解の場合のみ点を与える。

■ 演習問題

問題番号	解答番号	正解
1	1	2
	2	2
	3	4

＜ Note ＞

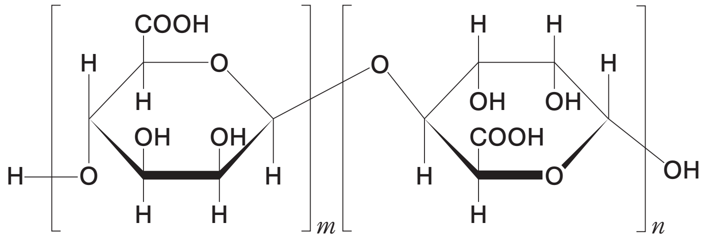
第５講　2018年度 試行調査 第5問 & 演習問題

■ 2018年度 試行調査

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。

第５問　次の文章を読み，問い（**問１～４**）に答えよ。
〔**解答番号** 1 ～ 5 〕（配点　15）

日本料理では，だしを取るのにしばしば昆布が使われる。昆布を煮出すと，うま味成分として知られるグルタミン酸をはじめ，さまざまな栄養成分が溶け出してくる。煮出し汁には，代表的な栄養成分として，グルタミン酸のほか，ヨウ素，アルギン酸がイオンの形で含まれている。アルギン酸の構造式は次のとおりである。



アルギン酸（分子量　約10万）

試料としてグルタミン酸ナトリウム，ヨウ化ナトリウム，アルギン酸ナトリウムを含む水溶液がある。この溶液をビーカーに入れて横からレーザー光を当てたところ，光の通路がよく見えた。この水溶液から，成分を**図１**のように分離した。

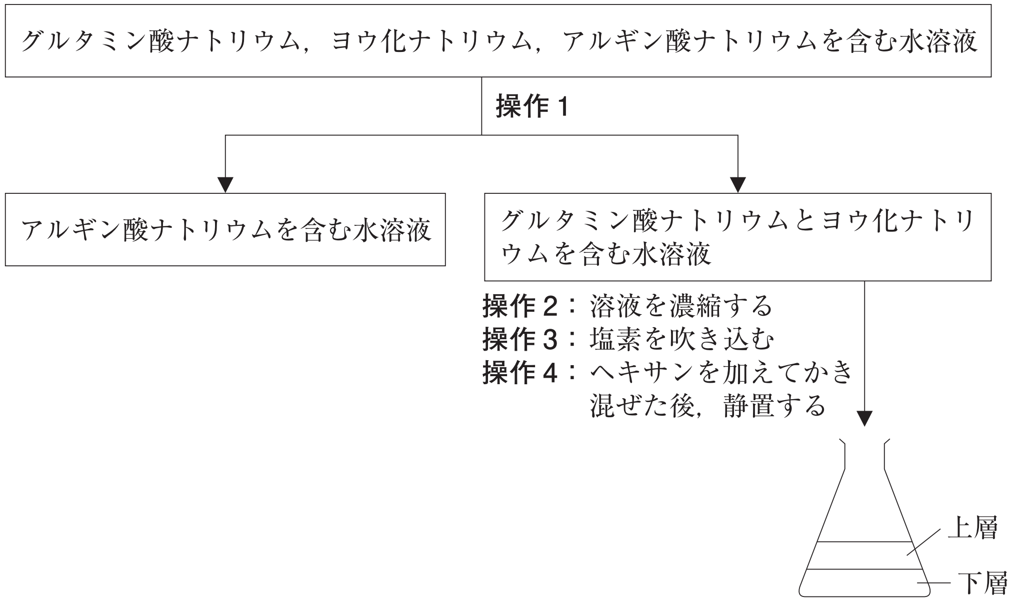


図１

問１　下線部の混合物からアルギン酸ナトリウムを水溶液として分離する**操作１**で必要となる主な実験器具は何か。最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，**操作１**で試料以外に使用してよい物質は，純水のみとする。 [1]

① ろ紙，ろうと，ろうと台

② セロハン，ビーカー

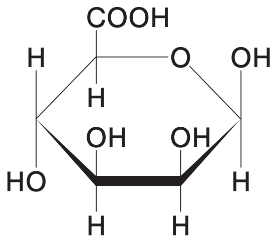
③ 分液ろうと，ろうと台

④ リービッヒ冷却器，枝付きフラスコ，ガスバーナー

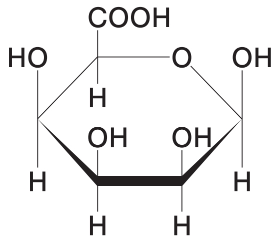
問２　アルギン酸は，カルボキシ基をもつ２種類の単糖が繰り返し脱水縮合した構造をしている。アルギン酸を構成している単糖の構造として適当なものを，次の①〜④のうちから二つ選べ。ただし，解答の順序は問わない。

| 2 | ・ | 3 |

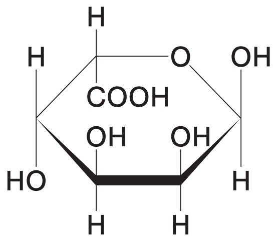
①



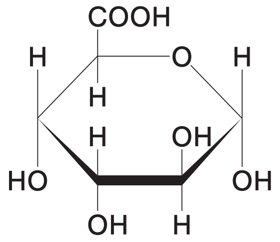
②



③



④



問３　**操作４**で，溶液は二層に分かれ，上層は紫色であった。上層に関する記述として最も適当なものを，次の①〜④のうちから一つ選べ。 | 4 |

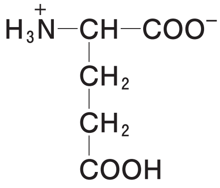
① ヨウ素 I_2 が溶けたヘキサン層である。

② ヨウ化ナトリウムが溶けたヘキサン層である。

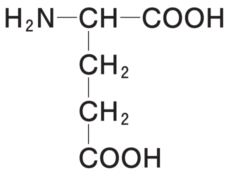
③ ヨウ素 I_2 が溶けた水層である。

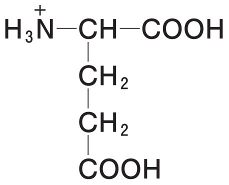
④ ヨウ化ナトリウムが溶けた水層である。

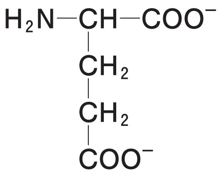
問４　グルタミン酸は水溶液中で pH に応じて異なる構造をとり，pH3 では主に次のような構造をとっている。このことを参考にして，どのような pH の水溶液中でも**主な構造にはならないもの**を，下の①～④のうちから一つ選べ。 **5**

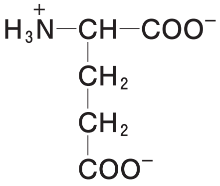


pH 3 での主な構造

①


②


③


④


■ 演習問題

1　次の文章中の空欄 [1] ～ [3] に当てはまる最も適当なものを，次の①～⑤のうちから一つずつ選べ。

タケノコの表面に付いていた白い粉から，主成分として化合物 X を分離することができた。化合物 X にニンヒドリン水溶液を加えてあたためると紫色を示したが，化合物 X に水酸化ナトリウム水溶液と硫酸銅(Ⅱ)水溶液を少量加えても赤紫色を示さなかった。したがって，化合物 X は [1] と判断された。化合物 X に濃硝酸を加えて熱すると [2] 色を示し，さらにアンモニア水を加えて塩基性にすると橙黄色を示した。また，化合物 X を塩化鉄(Ⅲ)水溶液に入れると紫色を示した。これらの性質より，化合物 X の構造式として当てはまるものは [3] である。

[1] の選択肢

① アゾ化合物

② アミノ酸

③ アルコール

④ カルボン酸

⑤ ペプチド

[2] の選択肢

① 黄

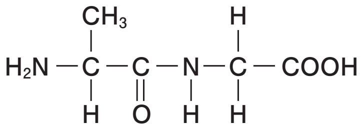
② 青

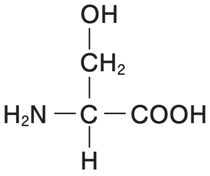
③ 赤

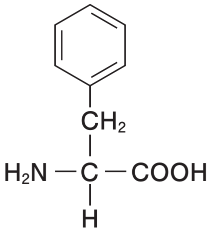
④ 黒

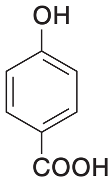
⑤ 緑

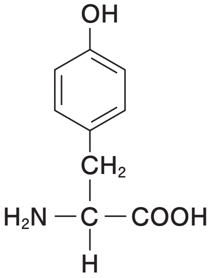
3 の選択肢

①

CH3
H2N—C—C—N—C—COOH
H
O
H
H
H

②

OH
CH2
H2N—C—COOH
H

③

CH2
H2N—C—COOH
H

④

OH
COOH

⑤

OH
CH2
H2N—C—COOH
H

第５講　2018年度 試行調査 第5問＆演習問題　解答

■ 2018年度 試行調査

問題番号（配点）	設問	解答番号	正解	配点
第５問（15）	1	1	2	4
	2	2 − 3	1 − 3	4（各 2）
	3	4	1	3
	4	5	1	4

（注）
−（ハイフン）でつながれた正解は，順序を問わない。

■ 演習問題

問題番号	解答番号	正解
1	1	2
	2	1
	3	5

＜ Note ＞

第６講　高分子化合物に関する問題＆演習問題

必要があれば，原子量は次の値を使うこと。
H　1.0　C　12　N　14　O　16　Cu　64
気体は，実在気体とことわりがない限り，理想気体として扱うものとする。
気体定数(R)：8.3×10^{3} Pa·L/(K·mol) とする。

■ 講義問題

第１問

問１　グルコースに，ある酸化剤を作用させるとグルコースが分解され，水素原子と酸素原子を含み，炭素原子数が１の有機化合物Ｙ・Ｚが生成する。この反応でグルコースからは，Ｙ・Ｚ以外の化合物は生成しない。この反応とＹ・Ｚに関する次の問い（**a**・**b**）に答えよ。

a　Ｙはアンモニア性硝酸銀水溶液を還元し，銀を析出させる。Ｙは還元剤としてはたらくと，Ｚとなる。Ｙ・Ｚの組合せとして最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。［ 1 ］

	有機化合物Ｙ	有機化合物Ｚ
①	CH_3OH	HCHO
②	CH_3OH	HCOOH
③	HCHO	CH_3OH
④	HCHO	HCOOH
⑤	HCOOH	CH_3OH
⑥	HCOOH	HCHO

b　ある量のグルコースがすべて反応して，2.0 mol のＹと 10.0 mol のＺが生成したとすると，反応したグルコースの物質量は何 mol か。最も適当な数値を，次の①～④のうちから一つ選べ。［ 2 ］ mol

①　2.0　　②　6.0　　③　10.0　　④　12.0

（2021年　共通テスト）

問２　平均分子量が 8.1×10^3 であるデキストリン$(C_6H_{10}O_5)_n$(繰り返し単位の式量162) 1.0×10^{-3} mol を，アミラーゼ（β－アミラーゼ）で完全に加水分解したところ，マルトースのみが得られた。十分な量のフェーリング液に，得られたマルトースをすべて加えて加熱したとき，生じる酸化銅（Ⅰ）Cu_2O は何 g か。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，還元性のある糖 1 mol あたり Cu_2O 1 mol が生じるものとし，反応は完全に進行したものとする。 **3** g

①　1.8　　②　2.0　　③　3.6　　④　4.0　　⑤　7.2

（2020年　センター試験）

問３　セルロース 4.5 g を完全に加水分解して得られるグルコースの水溶液に酵母菌を加えてアルコール発酵させた。その結果，300 K，1.013×10^5 Pa において 1.00 L の二酸化炭素が得られた。

(1)　上記の反応によって，何 % のグルコースがアルコール発酵されたか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。 **4** %

①　59　　②　65　　③　73　　④　86　　⑤　92

(2)　このとき，理論上エタノールは何 g 得られるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，二酸化炭素を理想気体とみなし，溶液への吸収は無視できるとする。 **5** g

①　0.93　　②　1.87　　③　2.81　　④　3.74　　⑤　4.67

（2020年　香川大 改）

問４　セルロース 9.0 g に濃硫酸と濃硝酸の混合物を作用させたところ，ニトロセルロースが 12.0 g 生成した。このとき，セルロース分子中のヒドロキシ基のうち，何%がエステル化されたか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 6 ］%

① 21　② 30　③ 40　④ 62　⑤ 67

問５　分子量 2.56×10^4 のポリペプチド鎖 **A** は，アミノ酸 **B**（分子量 89）のみを脱水縮合して合成されたものである。**図１**のように，**A** がらせん構造をとると仮定すると，**A** のらせんの全長 L は何 nm か。最も適当な数値を，下の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，らせんのひと巻きはアミノ酸の単位 3.6 個分であり，ひと巻きとひと巻きの間隔を 0.54 nm（$1\ \mathrm{nm} = 1 \times 10^{-9}\ \mathrm{m}$）とする。［ 7 ］nm

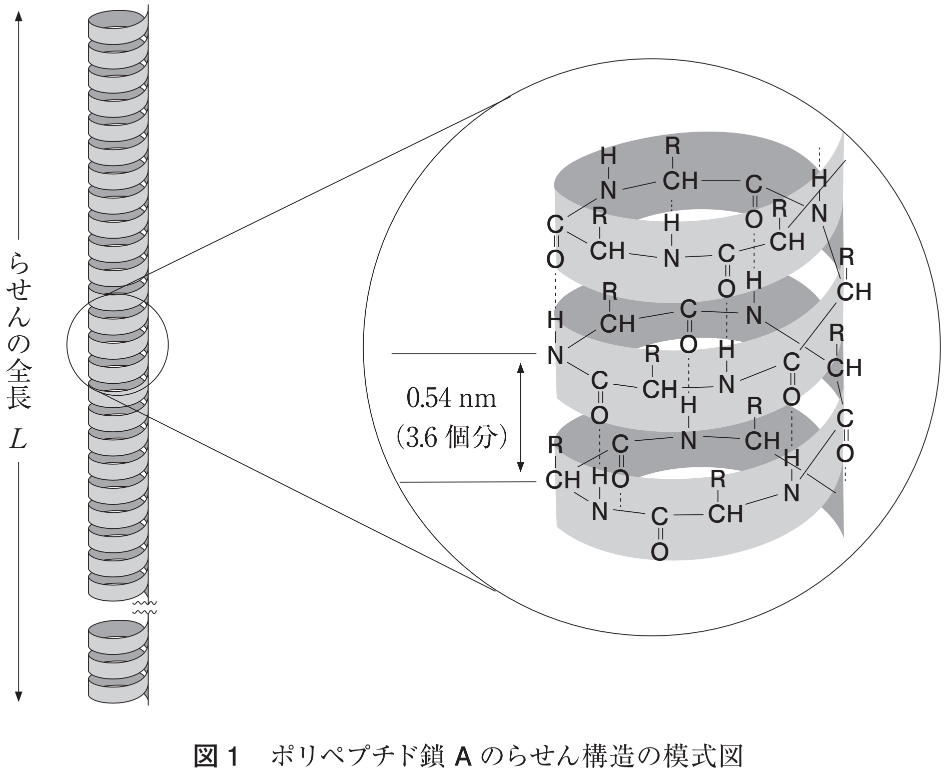


図１　ポリペプチド鎖 **A** のらせん構造の模式図

① 43　② 54　③ 72　④ 1.6×10^2　⑤ 1.9×10^2　⑥ 2.6×10^2

（2021年　共通テスト）

問６　一般にペプチド中のアミノ酸の数が50以上になったものをタンパク質と呼んでいる。タンパク質はヒトの栄養素として重要であるため，食品中のタンパク質の含有量の測定が必要である。一般的には，タンパク質中に一定量含まれ，比較的容易に測定ができる窒素の含有量からタンパク質の含有量を算出する。窒素の測定法の１つであるケルダール法では，食品を熱硫酸で分解し，タンパク質中の窒素を硫酸アンモニウムとして反応溶液中に残留させる。この硫酸アンモニウムからアンモニアを発生させ，その生成量を測定して，タンパク質の含有量を算出する。

ある食品 0.70 g を用いて，この分析操作を行ったところ，0.034 g のアンモニアが測定された。タンパク質中の窒素の質量百分率を16% とし，窒素はすべてタンパク質に由来したとして，この食品中のタンパク質の質量百分率(%)として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 8 ］%

① 15　② 20　③ 25　④ 30　⑤ 35

（2020年　鹿児島大 改）

問７　1,3－ブタジエンとアクリロニトリルを共重合させるとアクリロニトリルブタジエンゴムが得られる。このゴム 50 g の元素分析を行ったところ，窒素が 5.0 g 含まれていた。このゴム１分子中にブタジエン単位が平均100個ある場合，アクリロニトリル単位は平均何個含まれていることがわかるか。最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。［ 9 ］個

① 24　② 53　③ 56　④ 62　⑤ 81

（2020年　早稲田大 改）

問８　スチレンに p-ジビニルベンゼンを少量加えて共重合体を得た。この共重合体に濃硫酸を作用させてスルホン化した。スルホン化した樹脂をカラム(ガラス管の先にコックがついたもの)に十分量詰めた。カラムの上部から濃度未知の硫酸銅(Ⅱ)水溶液 20.0 mL を通したところ，下部から無色の液体が流出した。この流出液を過不足なく中和するのに，0.10 mol/L の水酸化ナトリウム水溶液を 12.0 mL 必要とした。

この実験において，用いた硫酸銅(Ⅱ)水溶液の濃度〔mol/L〕として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，硫酸銅(Ⅱ)はスルホン化した樹脂と完全に反応したものとする。また，ガラス管の上部から通した液体は，下部から完全に流出したものとする。 **10** mol/L

① 0.010　② 0.020　③ 0.030　④ 0.040　⑤ 0.050

（2020年　東北大 改）

＜ Note ＞

■ 演習問題

1　次の問い（**問１～２**）に答えよ。

問１　次の文章を読み，以下の問いに答えなさい。

アセチレンに酢酸を作用させて酢酸ビニルを得た。この酢酸ビニルを付加重合するとポリ酢酸ビニルが得られた。ポリ酢酸ビニルを，水酸化ナトリウムを用いてけん化すると，ポリビニルアルコールが得られた。ポリビニルアルコールに含まれるヒドロキシ基をアセタール化してビニロンを得た。

下線部の反応において，ポリビニルアルコール 880 g に含まれるヒドロキシ基のうち，40% をアセタール化した。この反応で得られたビニロンの質量〔g〕として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，用いたポリビニルアルコールは，ポリ酢酸ビニルを 100% けん化したものとする。［ 1 ］g

① 900　② 930　③ 960　④ 990　⑤ 1280

（2020年　東北大 改）

問２　アジピン酸と，15 g のヘキサメチレンジアミンから得られるナイロン 66 の質量〔g〕として最も適当な数値を，次の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし，得られたナイロン 66 の重合度は十分に大きく，ヘキサメチレンジアミンはすべて重合したものとする。なお，アジピン酸の分子量は 146，ヘキサメチレンジアミンの分子量は 116 である。［ 2 ］g

① 12　② 22　③ 29　④ 41　⑤ 51

（2020年　東北大 改）

＜ Note ＞

第６講　高分子化合物に関する問題＆演習問題　解答

■ 講義問題

問題番号	設問	解答番号	正解
第１問	1	1	4
		2	1
	2	3	3
	3	4	3
		5	2
	4	6	3
	5	7	2
	6	8	3
	7	9	4
	8	10	3

■ 演習問題

問題番号	設問	解答番号	正解
1	問１	1	2
	問２	2	3

Ⓒ RECRUIT
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。